

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03172711 A**

(43) Date of publication of application: **26.07.91**

(51) Int. Cl

**G01C 19/56**  
**G01P 9/04**

(21) Application number: **01310601**

(71) Applicant: **CANON INC**

(22) Date of filing: **01.12.89**

(72) Inventor: **TANAKA HIDEKI  
WASHISU KOICHI**

**(54) ANGULAR VELOCITY SENSOR DRIVING  
DETECTOR**

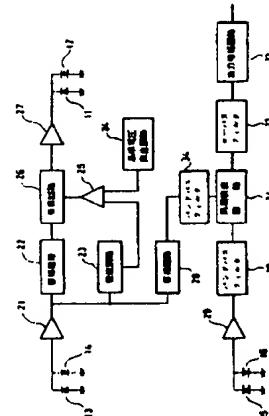
32 and is outputted by an output amplifying circuit 33 as a voltage matching the system.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

**PURPOSE:** To obtain a stable output even if a tuning fork resonance frequency is varied by providing a 2nd filtering means which has the same characteristics as that of a 1st filtering means between a piezoelectric element for drive detection and a synchronism detecting means and making the gain of a synchronism detection signal constant.

**CONSTITUTION:** Piezoelectric elements 15 and 16 for detection detect the angular velocity by multiplying the vibration speed of an X-directional resonance frequency by the input angular velocity and an amplifier 29 outputs detection voltages from the elements 15 and 16 as an amplification detection voltage. The signal from a BPF 30 is detected synchronously by a synchronous detecting circuit 31 based on the movement voltage from a phase shifting circuit 28 to generate a synchronism detection signal. Namely, the circuit 28 shifts the signals from the piezoelectric elements 13 and 14 for drive detection in phase by 90° and the synchronism detection signal is proportional to the angular velocity. Further, only the low frequency component of the synchronism detection signal passes through an LPF



## ⑫公開特許公報(A) 平3-172711

⑬Int.Cl. 5

G 01 C 19/56  
G 01 P 9/04

識別記号

序内整理番号

⑭公開 平成3年(1991)7月26日

7414-2F  
8304-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮発明の名称 角速度センサ駆動・検出装置

⑯特 願 平1-310601

⑰出 願 平1(1989)12月1日

⑱発明者 田中 秀樹 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社  
玉川事業所内⑲発明者 鶴巣 晃一 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社  
玉川事業所内

⑳出願人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

㉑代理人 弁理士 中村 稔

## 明細書

## 1. 発明の名称

角速度センサ駆動・検出装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 駆動用圧電素子と、駆動検知用圧電素子と、音叉型振動子に固着されるこれら駆動用圧電素子と前記駆動検知用圧電素子と共に該音叉型振動子を一定駆動する駆動手段と、前記音叉型振動子の主振動方向に直角な方向の変位を検出する検出用圧電素子と、該検出用圧電素子からの信号中の前記音叉型振動子の共振周波数の帯域成分を通過させる第1のフィルタ手段と、該第1のフィルタ手段からの信号を、前記駆動検知用圧電素子よりの信号によって同期検波する同期検波手段と、該同期検波手段からの信号より前記音叉型振動子に加わった角速度を検出する角速度検出手段とを備えた角速度センサ駆動・検出装置において、前記駆動検知用圧電素子と前記同期検波手段の間に、前記第1のフィルタ手段と同一の特性を持つ第2のフィルタ手段を設けたことを特徴とする角

速度センサ駆動・検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (発明の利用分野)

本発明は、音叉型振動子を用いて角速度を検出する角速度センサの音叉駆動及び角速度検出を行う角速度センサ駆動・検出装置の改良に関するものである。

## (発明の背景)

物体の姿勢、動き、速度等の情報を得る為に物体の方位を検出するものとして、ジャイロが知られている。例えば従来、慣性航法装置として船舶や飛行機のような移動する物体の方位を知る方法に使われているが、これは初期値入力が正確であれば安定した絶対位置が得られ、又、初期位置入力なしでも相対位置が検出できる。しかし、一方では機械式であることから装置が大がかりであり、コスト高であるという欠点がある。近年、ナビゲーションシステム、ロボットの方向検出、カメラなどの防振装置などのセンサとして、小型で高性能なこの種の角速度センサの応用が必要と

なっている。

ところで、回転力を使わずに音叉などを振動させて角速度が音叉などの振動子に加わった時に起るコリオリの力から角速度を検出する振動ジャイロが考えられた。この振動ジャイロは小型且つ低コストで高性能でありセンサなどの応用に期待されている。

以下に図面を用いて上述した振動ジャイロの角速度センサを説明する。

第2図はこの種の音叉型振動子を用いた振動ジャイロの斜視図である。

該図において、1, 2は基台9に固定された振動片で、7, 8は振動片1, 2にそれぞれに取付けられた固定部材、3, 4は固定部材7, 8に取付けられた検出用振動片である。又、11及び12は振動片1, 2を図中X方向に振動させる駆動用圧電素子であり、13及び14は駆動検知用圧電素子11, 12で振動する振動片1, 2の実際の振幅をモニタする駆動用圧電素子であり、15及び16は振動片3, 4に取付けられて、角速度

速度検出について説明する。

該図において、11, 12, 13, 14, 15, 16は圧電素子であり、これらは第2図中に示した駆動用圧電素子11, 12、駆動検知用圧電素子13, 14、検出用圧電素子15, 16と同一のものである。21, 27, 29は増幅器であり、増幅器21は駆動検知用圧電素子13, 14からの信号を増幅するもの、増幅器27は駆動用圧電素子11, 12に駆動信号を供給するもの、増幅器29は検出用圧電素子15, 16からの角速度検出用信号を増幅するものである。22は増幅器21で増幅された駆動用信号に応答し、この信号を移相させる移相回路、23は同様に増幅器21からの信号に応答し、この信号を整流し、整流電圧を発生する整流回路、24は基準電圧発生回路で、増幅器21からの増幅電圧を一定にすべく駆動用圧電素子11, 12への入力電圧を制御するための基準電圧を発生する。

25は整流回路23からの整流電圧と基準電圧発生回路24からの基準電圧との差を増幅し、差

を検出するための検出用圧電素子である。

この振動ジャイロにおいて、振動片1, 2を共振周波数 $\omega_1$ でX方向に互いに逆向きに振動している状態にしておいて、Z軸の回りに角速度 $\Omega$ が生じると、振動片3, 4に角速度 $\Omega$ に比例したコリオリの力 $F_c$ がY軸方向に作用する。この時、X方向の振動片3, 4の速度 $v$ は、振幅をA、時間間をtとするとき、次式で表される。

$$v = A \cdot \omega_1 \cdot \cos \omega_1 \cdot t \quad \dots \dots \dots (1)$$

尚 $\omega_1$ は、振動片1, 2の共振周波数である。

ここで、振動片3, 4の質量をMとするとき、コリオリの力 $F_c$ は次式で表される。

$$F_c = 2 \cdot A \cdot M \cdot \Omega \cdot \omega_1 \cdot \cos \omega_1 \cdot t \quad \dots \dots \dots (2)$$

上記(2)式で明らかなように、コリオリの力 $F_c$ が作用したとき、振動片3, 4はY方向に振動し、その振幅は角速度 $\Omega$ に比例することから、振動片3, 4の振幅を検出することにより角速度 $\Omega$ を求めることができる。

次に第3図において、振動片1, 2の駆動と角

速度検出について説明する。

駆動増幅電圧を発生する差動増幅器、26は移相回路22からの移相電圧に前記差動増幅器25からの差動増幅電圧を乗じ、この乗算結果を前記増幅器27を通して駆動用圧電素子11, 12に印加する乗算回路である。30は増幅器29で増幅された検出用圧電素子15, 16からの信号中の、振動片3, 4の共振周波数 $\omega_1$ の帯域成分を通過させる電気的フィルタであるところのバンドバスフィルタであり、該バンドバスフィルタ30からの信号は同期検波回路31において、移相回路28からの移相電圧により同期検波され、同期検波電圧となる。32は同期検波回路31からの同期検波電圧の低周波成分を通過させ、フィルタ電圧を発生させるローパスフィルタ、33はローパスフィルタ32からのフィルタ電圧を増幅し、この増幅結果を角速度 $\Omega$ を表す角速度電圧として出力する出力増幅回路である。

上記構成において、先ず、音叉部振動片1, 2の駆動時の動作について説明する。

振動片1, 2はそれぞれに取付けられた駆動用

圧電素子11及び12との協働により、X方向に振動し共振する。これにより振動片1、2に取付けられた検出用振動片3、4も同様にX方向に振動する。この時、駆動検知用圧電素子13、14は振動片1、2及び3、4のX方向の振動の振幅に応答した駆動検知電圧を出力する。増幅器21はかかる駆動検知電圧を増幅し、これを受けける移相回路22は増幅器21からの増幅電圧に応答し、該増幅電圧を90°移相して移相電圧を発生する。同時に整流回路23は増幅器21からの増幅電圧を整流し、整流電圧を発生する。そこで、差動増幅器25は整流回路23からの整流電圧と基準電圧発生回路24からの基準電圧との差を差動増幅電圧として増幅して乗算回路26へ出力する。すると、乗算回路26は移相回路22からの移相電圧に前記差動増幅器25からの差動増幅電圧を乗じて帰還電圧を発生し、増幅器27を通して駆動用圧電素子11、12に付与する。

以上のこととは、駆動検知用圧電素子13、14からの帰還電圧により音叉の振動振幅を一定にす

期検波信号はローパスフィルタ32により低周波成分だけ通過され、出力増幅回路33よりシステムに合った電圧として出力される。

ところで、上記従来例の振動シャイロに、振動や音など角速度以外の外乱が入った場合、その外乱により検出用振動片3、4はその振動片自身が持つ振動モードにより振動をしてしまう。多くの場合、固定部材7、8を支点とした振動片の1次の共振周波数で振動する。即ち、第3図増幅器29の出力には、入力角速度により強度変調された音叉共振周波数の信号に検出用振動片3、4の共振周波数の信号が加えられた信号が表れる。この角速度に無関係な信号成分は、角速度入力における信号よりも大きく、次数の低いバンドパスフィルタ30では十分に減衰されず、同期検波される為、角速度出力に大きな出力変動を来たす。そこでバンドパスフィルタ30はこの角速度に無関係な信号成分を十分減衰させ、かつ角速度信号成分、即ち音叉共振周波数を通過させる様に設計される。第4図は上記バンドパスフィルタ30のゲ

べく帰還制御されることを意味する。

次に、角速度検出時の動作について説明する。

第2図Z軸の回りに加わった角速度Ωにより振動片3、4はそのコリオリの力Fcを受け、第2図中Y方向に角速度に比例して変位する。即ち、上記(2)式に表したように、X方向の共振周波数ω<sub>r</sub>の振動速度vに入力角速度Ωが乗算されて検出用圧電素子15、16により検出される。増幅器29は検出用圧電素子15、16からの検出電圧を増幅検出電圧として出力する。この増幅検出電圧の信号は振動片1、2の共振周波数ω<sub>r</sub>を入力角速度Ωにより強度変調された信号である。ゆえに、バンドパスフィルタ30は振動片1、2の共振周波数ω<sub>r</sub>を通過させるフィルタである。このバンドパスフィルタ30からの信号は、同期検波回路31により移相回路28からの移相電圧に基き同期検波され、同期検波信号を発生する。即ち移相回路28は駆動検知用圧電素子13、14からの信号を90°移相したものであり、同期検波信号は入力角速度Ωに比例したものである。同

イン及び位相の周波数特性である。又、外乱によって重複する周波数が音叉共振周波数より十分に離れており、かつ单一の周波数であればローパスフィルタ32によりその影響はなくなるが、実際には音叉の共振周波数と振動片の共振周波数とを十分に離した設計は難しく、又振動片の共振周波数が単独で重複するだけでなく、音叉共振周波数近傍や音叉共振周波数の各高調波の周波数成分も重複する為、バンドパスフィルタ30はS/N向上に効果的である。

しかしながら、上記従来例の様に設計されたバンドパスフィルタ30では、何らかの原因、例えば温度変化などにより音叉の共振周波数が変化した場合、この共振周波数近傍の位相特性はゲイン特性の変化に比べ第4図に示すように非常に急な位相推移となっている為、大きく変化する。又一方の同期検波する駆動検知用圧電素子13、14からの信号はそれ程位相は変化をしない。このようない同期検波回路31において、同期検波される信号と同期検波する信号との位相がそれぞれ別々

に変化してしまうと、同期検波後の信号は同期、すなわち位相が一定状態の時に比べて大きくゲインが変ってしまう。即ち入力角速度に対する出力電圧の比が変ってしまう問題点があった。

#### (発明の目的)

本発明の目的は、上述した問題点を解決し、音叉共振周波数が変化しても、安定した出力を得ることのできる角速度センサ駆動・検出装置を提供することである。

#### (発明の特徴)

上記目的を達成するために、本発明は、駆動検知用圧電素子と同期検波手段の間に、第1のフィルタ手段と同一の特性を持つ第2のフィルタ手段を設け、以て、何らかの原因で音叉の共振周波数が変化し、これに伴って第1のフィルタ手段を通過する同期検波される信号の位相が変化したとしても、同期検波する為の駆動検知用圧電素子よりの信号も前記第1のフィルタ手段と同一の特性を持つ第2のフィルタ手段を通過させて同一の位相状態として同期検波手段へ入力させ、つまり同期

0と同特性のバンドパスフィルタ34を通過して入力しており、やはり音叉型振動子の共振周波数のづれに伴い位相特性もバンドパスフィルタ30を通過した信号同様に第4図に示すことくづれている。本来、駆動検知用圧電素子13及び14からの信号と検出用圧電素子15及び16からの信号は音叉型振動子が共振状態である場合、その共振周波数が変化しても両信号の位相関係は常に一定である。このことは同期検波回路31における同期検波の同期信号と同期検波される信号との位相のづれは回路によるものだけである事を意味し、上記において説明した様に同期検波回路31において両信号は同じように位相づれをおこすことは、両入力信号の位相関係を常に一定に保つことになる。したがって、同期検波回路31において、同期検波する信号と同期検波される信号の位相関係が温度などの変化による音叉型振動子の共振周波数の変化によっても一定であることは、同期検波回路31の出力も一定であることで角速度検出感度も一定であるということである。

検波される信号と同期検波する信号の位相を揃え、同期検波信号のゲインを一定にするようにしたことを特徴とする。

#### (発明の実施例)

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図であり、従来例と同一のものは同一符号を付してある。又音叉型振動子の駆動及び角速度検出原理は従来例で示したものと全く同様である。

該図において、34はバンドパスフィルタであり、バンドパスフィルタ30と同一の回路構成であり、そのゲイン及び位相の周波数特性も全く同じである。

上記構成において、検出用圧電素子15及び16からの増幅器29及びバンドパスフィルタ30を通過した同期検波回路31への角速度入力信号は、音叉型振動子の共振周波数のづれに伴い、その位相特性は従来例で示した第4図と同様につれており、ところが、本発明の実施例によれば、同期検波回路31における同期検波する同期信号は、移相回路28を介してバンドパスフィルタ3

本実施例によれば、検出用圧電素子15、16からの信号に対して装入されたバンドパスフィルタ30と同じ特性を有するバンドパスフィルタ34を、同期検波回路31と駆動検知用圧電素子13、14との間に配置する様にしたから、音叉共振周波数が変化しても、安定な出力（角速度検出信号）が得られる。又、駆動検知用圧電素子13、14の出力段にバンドパスフィルタ34を配置することにより、駆動検知信号に外乱が重畳した場合においても安定した同期検波が可能となる。

#### (発明と実施例の対応)

本実施例において、バンドパスフィルタ30が本発明の第1のフィルタ手段に、バンドパスフィルタ34が第2のフィルタ手段に、それぞれ相当する。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、駆動検知用圧電素子と同期検波手段の間に、第1のフィルタ手段と同一の特性を持つ第2のフィルタ手段を設け、以て、同期検波される信号と同期検波す

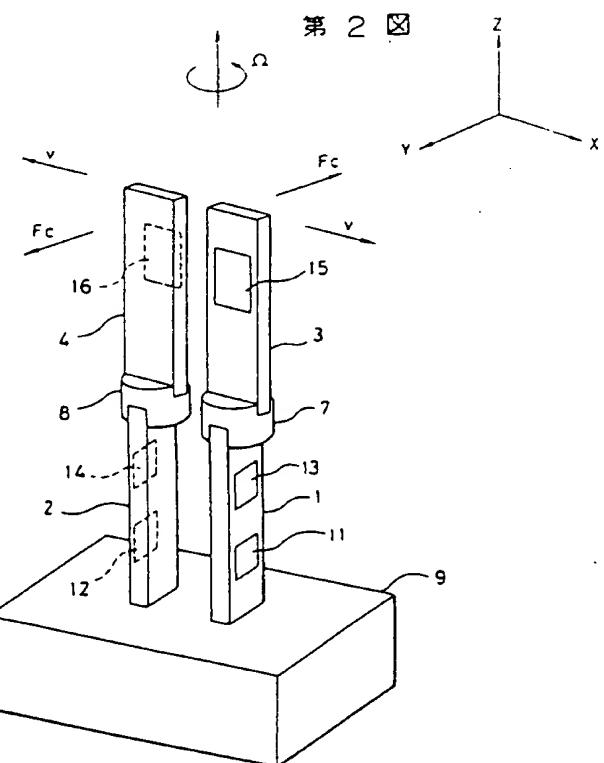
る信号の位相状態を一定に保ち、同期検波信号のゲインを一定にするようにしたから、音叉共振周波数が変化しても、安定した出力を得ることが可能となる。

## 4. 図面の簡単な説明

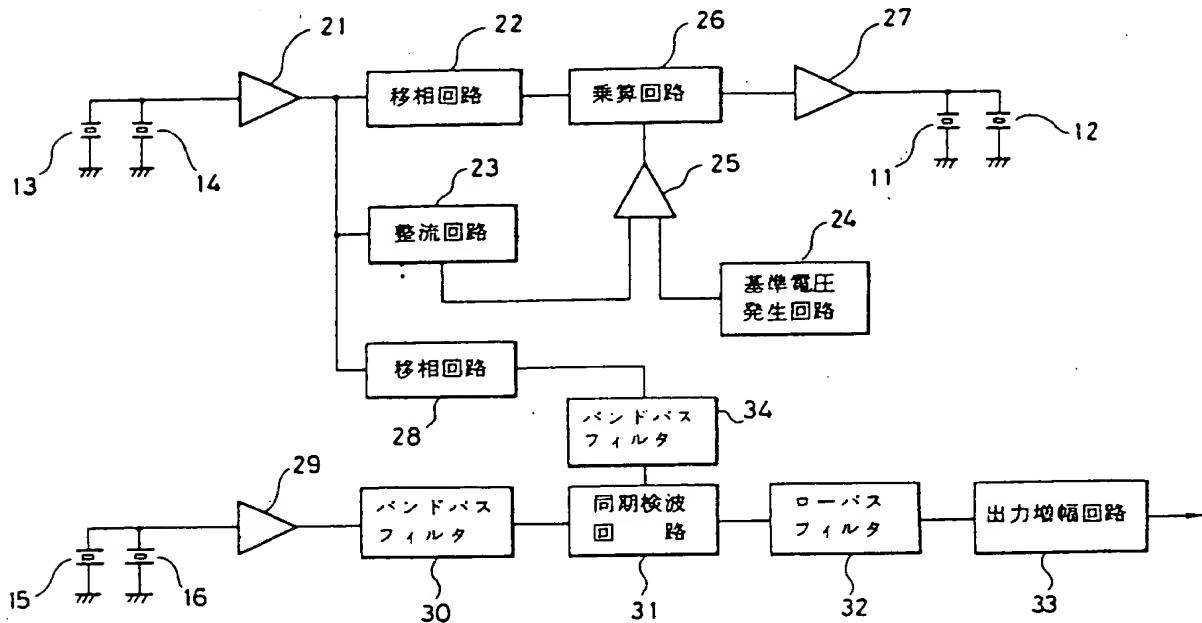
第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図はこの種の装置の構造を示す斜視図、第3図は従来の回路構成を示すブロック図、第4図は第1、3図に示すバンドバスフィルタ30のゲイン及び位相の周波数特性を示す図である。

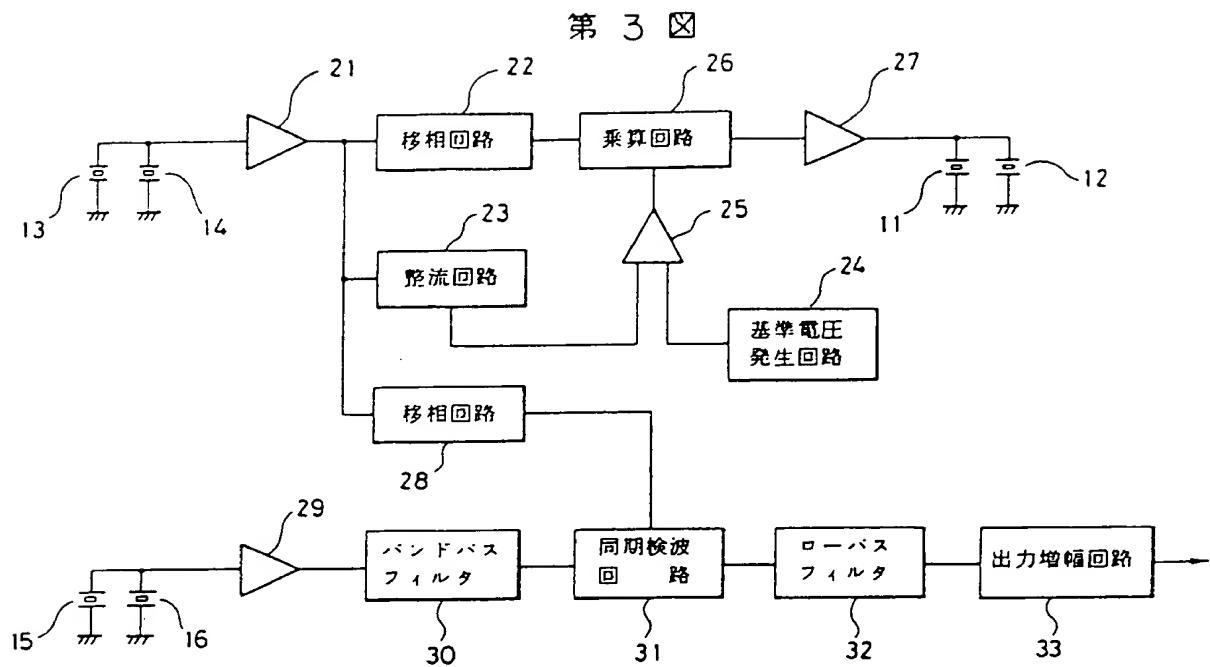
1, 2, 3, 4 …… 振動片、11, 12 …… 駆動用圧電素子、13, 14 …… 駆動検知用圧電素子、15, 16 …… 検出用圧電素子、21, 27 …… 増幅器、22 …… 移相回路、23 …… 整流回路、24 …… 基準電圧発生回路、25 …… 差動増幅器、30, 34 …… バンドバスフィルタ、31 …… 同期検波回路、32 …… ローパスフィルタ、33 …… 出力増幅回路。

特許出願人 キヤノン株式会社  
代理人 中村 稔



第1図





第 4 図

